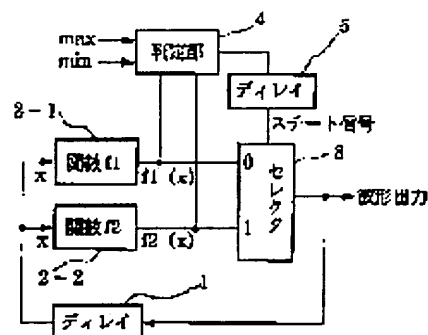


(11)Publication number : **07-084580**  
(43)Date of publication of application : **31.03.1995**

(21)Application number : **05-185640** (71)Applicant : **YAMAHA CORP**  
(22)Date of filing : **29.06.1993** (72)Inventor : **SHIMIZU MASAHIRO**

CONSTITUTION: The function arithmetic means is equipped with functions f1 and f2; and the function f1 increases in waveform output value and the function f2 decreases. Then it is checked whether or not the value of the waveform signal exceeds a specific 1st threshold value when a waveform signal which increases is outputted by circulating data in the circulation path by using the function f1. When the value of the waveform signal exceeds the 1st threshold value, the function arithmetic means switches the applied function from f1 to f2. Consequently, the data are circulated in the circulation path of the function f2 and the signal decreases. Further, it is checked whether or not the value of the signal becomes less than a 2nd threshold value, and when so, the function is switched from f2 to f1, thereby outputting the signal waveform which repeatedly increases and decreases.



4/10/2006

rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

BF

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-84580

(43) 公開日 平成7年(1995)3月31日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>

識別記号

F I

G10H 7/10

G06F 17/10

9364-5L

G06F 15/31

D

審査請求 未請求 請求項の数 1 F D (全5頁)

(21) 出願番号 特願平5-185640

(22) 出願日 平成5年(1993)6月29日

(71) 出願人 000004075

ヤマハ株式会社

静岡県浜松市中沢町10番1号

(72) 発明者 清水 正宏

静岡県浜松市中沢町10番1号 ヤマハ株式  
会社内

(74) 代理人 弁理士 矢島 保夫

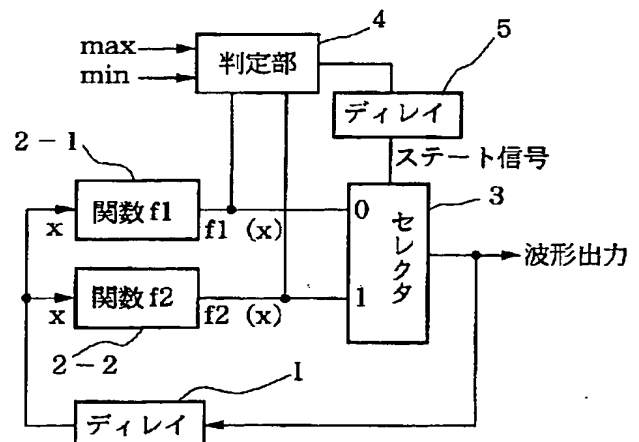
(54) 【発明の名称】 楽音信号発生装置

(57) 【要約】

【目的】 時間  $n$  (ただし、 $n = 0, 1, 2, 3, \dots$ ) におけるデータ値  $x_n$  が差分方程式  $x_{n+1} = f(x_n)$  にしたがって変化するダイナミカルシステムによって波形データ列を発生する楽音信号発生装置 (カオス発振器) において、時間の経過とともに増減を繰返すような波形信号など、複雑な形状の波形信号を発生することができるようにすることを目的とする。

【構成】 カオス発振器の循環路に含まれる関数演算手段に複数の関数  $f_1, f_2, \dots$  を備えるようにする。そして、循環路内を循環するデータ値に基づいて、関数演算手段で適用する関数を決定するようにする。

実施例の楽音信号発生装置のブロック構成



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】時間  $n$  (ただし、 $n$  はサンプリングクロックに基づく  $0, 1, 2, 3, \dots$  の整数) におけるデータ値  $x_n$  が差分方程式  $x_{n+1} = f(x_n)$  にしたがって変化するダイナミカルシステムとして機能する循環路であって、入力データをサンプリングクロックの一周期だけ遅延させて出力する遅延手段と、入力データに適用する複数の関数  $f_1, f_2, \dots$  を備えた関数演算手段とを含む循環路を備えるとともに、上記循環路内を循環するデータ値に基づいて上記関数演算手段で適用する関数を決定する手段を備えたことを特徴とする楽音信号発生装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、電子楽器の音源などに用いられる楽音信号発生装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来、ダイナミカルシステム  $x_{n+1} = f(x_n)$  (ただし、 $n = 0, 1, 2, 3, \dots$ ) で発生する数列を波形データ列として出力する波形発生器を具備する楽音信号発生装置 (いわゆる、カオス発振器) が、特開平 4 - 9 7 1 9 7 号に開示されている。

【0003】図 6 は、カオス発振器の構成例を示す。このカオス発振器は、入力データをサンプリングクロックの一周期だけ遅延させて出力する遅延回路 6 1 と、入力データに関数  $f$  を適用して出力する関数発生器 6 2 とからなる循環路を備えたものである。この循環路に数値データを循環させて、ダイナミカルシステム  $x_{n+1} = f(x_n)$  にしたがって変化する数列  $x_n$  を生成し、波形データとして出力する。ただし、 $n$  はサンプリングクロックに基づく  $0, 1, 2, 3, \dots$  の整数であり、時間を示している。

【0004】このようなダイナミカルシステムによって発生された波形データ列は、周期信号のように見えてランダムであり、かといって完全にノイズかという周期性のようなものがある。すなわち、カオス的な振舞いをする楽音波形信号を発生することができ、不安定な振幅の挙動を示す楽音や振幅が不規則に揺らぐ楽音などを合成することができる。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところが、上述のような従来のカオス発振器の場合、ある時刻  $n$  における出力値  $x_n$  が定まれば、次の時刻  $n + 1$  における出力値  $x_{n+1}$  は、 $x_{n+1} = f(x_n)$  により一つに定まってしまう。言替えると、任意の出力値に着目したときに、その次に出力値が増加するか減少するかは、どちらかに決まってしまう。したがって、出力値が増減を繰返すような波形 (例えば、サイン波など) を出力することができず、発生できる波形信号の形状に大きな制約があるという問題点があった。

【0006】この発明の目的は、カオス音源において、時間の経過とともに増減を繰返すような波形信号など、複雑な形状の波形信号を発生することができる楽音信号発生装置を提供することにある。

## 【0007】

【課題を解決するための手段】この目的を達成するため、この発明は、時間  $n$  (ただし、 $n$  はサンプリングクロックに基づく  $0, 1, 2, 3, \dots$  の整数) におけるデータ値  $x_n$  が差分方程式  $x_{n+1} = f(x_n)$  にしたがって変化するダイナミカルシステムとして機能する循環路であって、入力データをサンプリングクロックの一周期だけ遅延させて出力する遅延手段と、入力データに適用する複数の関数  $f_1, f_2, \dots$  を備えた関数演算手段とを含む循環路を備えるとともに、上記循環路内を循環するデータ値に基づいて上記関数演算手段で適用する関数を決定する手段を備えたことを特徴とする。

【0008】例えば、関数演算手段に第 1 の関数  $f_1$  と第 2 の関数  $f_2$  とを備えるようにし、第 1 の関数  $f_1$  は波形出力値が徐々に増加していくような関数とし、逆に第 2 の関数  $f_2$  は波形出力値が徐々に減少していくような関数とする。そして、第 1 の関数  $f_1$  を用いて循環路にデータを循環させて、徐々に増加していく波形信号を出力しているときは、その波形信号の値が所定の第 1 のしきい値を越えたかどうかをチェックするようにする。波形信号の値が十分に大きくなって第 1 のしきい値を越えたとき、関数演算手段で適用する関数を第 1 の関数  $f_1$  から第 2 の関数  $f_2$  に切替える。これにより、第 2 の関数  $f_2$  が適用された循環路でデータが循環することになるから、波形信号は徐々に減少していくようになる。

【0009】さらに、第 2 の関数  $f_2$  を用いて循環路にデータを循環させて、徐々に減少していく波形信号を出力しているときは、その波形信号の値が所定の第 2 のしきい値より小さくなったかどうかをチェックするようにする。波形信号の値が十分に小さくなって第 2 のしきい値よりも小さくなったとき、関数演算手段で適用する関数を第 2 の関数  $f_2$  から第 1 の関数  $f_1$  に切替える。

【0010】以上のようにして、増減を繰返す波形信号を出力することができる。

## 【0011】

【作用】循環路内を循環するデータ値に基づいて関数演算手段で適用する関数が決定される。したがって、出力値  $x_n$  が同じであっても、適用する関数が異なるようにすることができ、増減を繰返すような複雑な形状の波形信号を発生することができる。

## 【0012】

【実施例】以下、図面を用いて、この発明の実施例を説明する。

【0013】図 1 は、この発明の一実施例に係る楽音信号発生装置のブロック構成を示す。この楽音信号発生装置は、ディレイ (遅延) 回路 1、第 1 の関数発生器 2 -

1、第2の関数発生器2-2、セクタ3、判定部4、およびディレイ回路5を備えている。

【0014】ディレイ回路1は、入力データをサンプリングクロックの一周期だけ遅延させて出力する遅延回路である。ディレイ回路1の出力は、2つの関数発生器2-1、2-2にそれぞれ入力する。第1の関数発生器2-1は、入力データxに関数f1を適用して、出力データf1(x)を出力する。第2の関数発生器2-2は、入力データxに関数f2を適用して、出力データf2(x)を出力する。

【0015】第1の関数発生器2-1の出力f1(x)は、セクタ3の0側入力端子に入力する。第2の関数発生器2-2の出力f2(x)は、セクタ3の1側入力端子に入力する。セクタ3は、ディレイ回路5から出力されるステート信号が「0」のとき、0側入力端子に入力しているf1(x)を出力する。また、セクタ3は、ディレイ回路5から出力されるステート信号が「1」のとき、1側入力端子に入力しているf2(x)を出力する。

【0016】セクタ3からの出力は、波形信号として出力されるとともに、ディレイ回路1に入力する。

【0017】判定部4は、関数発生器2-1、2-2の出力f1(x)、f2(x)を入力するとともに、第1のしきい値maxおよび第2のしきい値minを入力する。そして、セクタ3で第1の関数発生器2-1の出力f1(x)が選択出力されているとき、判定部4は、その出力f1(x)が第1のしきい値maxを越えていないかどうかチェックする。出力f1(x)が第1のしきい値maxを越えていない間、判定部4はステート信号として「0」を出力する。

【0018】判定部4から出力されたステート信号「0」は、ディレイ回路5で所定時間遅延された後、セクタ3に入力する。これにより、第1の関数発生器2-1の出力f1(x)が第1のしきい値maxを越えていない間は、第1の関数発生器2-1が選択されることになる。

【0019】次に、出力f1(x)が第1のしきい値maxを越えたとき、判定部4はステート信号として「1」を出力する。判定部4から出力されたステート信号「1」は、ディレイ回路5を介してセクタ3に入力する。これにより、f1(x)がmaxを越えた次のサンプリングクロックのタイミングで、セクタ3は、第2の関数発生器2-2の出力f2(x)を選択出力する。

【0020】セクタ3で第2の関数発生器2-2の出力f2(x)が選択出力されているとき、判定部4は、その出力f2(x)が第2のしきい値minより小さくなったかどうかチェックする。出力f2(x)が第2のしきい値minより小さくない間、判定部4はステート信号として「1」を出力する。

【0021】判定部4から出力されたステート信号「1」は、ディレイ回路5を介してセクタ3に入力する。これにより、第2の関数発生器2-2の出力f2(x)が第2のしきい値minより小さくなっていない間は、第2の関数発生器2-2が選択されることになる。

【0022】次に、出力f2(x)が第2のしきい値minより小さくなったとき、判定部4はステート信号として「0」を出力する。判定部4から出力されたステート信号「0」は、ディレイ回路5を介してセクタ3に入力する。これにより、f2(x)がminより小さくなった時点の次のサンプリングクロックのタイミングで、セクタ3は、第1の関数発生器2-1の出力f1(x)を選択出力する。

【0023】以上のようにして、関数発生器の関数が切替わるようになっている。すなわち、図1の楽音信号発生装置は、第1の関数発生器2-1が選択されているときにはダイナミカルシステム $x_{n+1} = f1(x_n)$ により楽音信号を発生し、第2の関数発生器2-2が選択されているときにはダイナミカルシステム $x_{n+1} = f2(x_n)$ により楽音信号を発生することとなる。

【0024】図2は、図1の楽音信号発生装置で発生するデータ列の軌跡を示すグラフである。横軸は $x_n$ 、縦軸は $x_{n+1}$ を表す。

【0025】グラフ21は、第1の関数発生器2-1の関数 $x_{n+1} = f1(x_n) = ax_n + b$ のグラフである。グラフ22は、第2の関数発生器2-2の関数 $x_{n+1} = f2(x_n) = ax_n - b$ のグラフである。グラフ20は補助線( $x_{n+1} = x_n$ のグラフ)である。ただし、 $a=1$ 、 $b>0$ とする。すなわち、グラフ21は補助線20を縦軸方向にbだけ平行移動したグラフ、グラフ22は補助線20を縦軸方向に-bだけ平行移動したグラフとなっている。

【0026】まず、セクタ3が第1の関数発生器2-1の出力f1(x)を選択している場合を説明する。このとき、ディレイ回路1、第1の関数発生器2-1、およびセクタ3が、カオス発振器の循環路を形成している。

【0027】この場合、波形データ $x_n$ を順次求めるのは、以下のようにする。まず、 $x_0$ (ここでは、 $x_0 = 0$ とする)を通して縦軸に平行な直線とグラフ21との交点23から $x_1$ が求められる。次に、 $x_1$ が入力となって $x_2 = f1(x_1)$ が計算されるから、交点23を通して横軸に平行な直線と補助線20との交点24を求め、さらにこの交点24を通して縦軸に平行な直線とグラフ21との交点25から $x_2$ が求められる。階段状の矢印26は、このようにして順次 $x_0$ 、 $x_1$ 、 $x_2$ 、...を求める様子を示している。

【0028】上述したように、関数f1は補助線20を縦軸方向にbだけ平行移動したものである。したが

って、第 1 の関数発生器 2 - 1 の出力  $f_1(x)$  が選択されている場合には、階段状の矢印 2 6 に示されるように、徐々に増加する波形信号が出力されることが分かる。

【0029】次に、波形データ  $x_n$  が第 1 のしきい値  $max$  を越えると、セレクタ 3 は第 2 の関数発生器 2 - 2 の出力  $f_2(x)$  を選択することとなる。このとき、ディレイ回路 1、第 2 の関数発生器 2 - 2、およびセレクタ 3 が、カオス発振器の循環路を形成することとなる。

【0030】この場合の波形データも、上述したのと同様に求めることができる。すなわち、補助線 2 0 と関数  $f_2$  のグラフ 2 2 との間の階段状の矢印 2 7 に示されるように、順次波形信号  $x_n$  を求めることができる。

【0031】関数  $f_2$  は補助線 2 0 を縦軸方向に  $-b < 0$  だけ平行移動したものである。したがって、第 2 の関数発生器 2 - 2 の出力  $f_2(x)$  が選択されている場合には、階段状の矢印 2 7 に示されるように、徐々に減少する波形信号が出力されることが分かる。

【0032】以上のようにして、しきい値  $max$  と  $min$  との間で増減を繰返す波形信号が出力される。

【0033】図 3 は、その出力値（波形信号の振幅値）の時間的変化を示すグラフである。横軸が時間  $t$ 、縦軸が出力される振幅値を示す。振幅値は、第 1 のしきい値  $max$  を越えるまで一定の割合で増加する。第 1 のしきい値  $max$  を越えると、今度は一定の割合で減少する。振幅値が第 2 のしきい値  $min$  より小さくなると、再び増加するようになる。結果的に、この図に示すような三角波が出力される。

【0034】図 4 は、図 2 と同様の、第 1 の関数  $f_1$ 、第 2 の関数  $f_2$ 、および補助線のグラフである。4 1 が第 1 の関数  $f_1$  のグラフ、4 2 が第 2 の関数  $f_2$  のグラフ、4 0 が補助線 ( $x_{n+1} = x_n$ ) を示す。ただし、関数  $f_1$ 、 $f_2$  は、以下の関数とする。

【0035】 $f_1(x) = x + b \times \cos\{(\pi/2) \cdot (x/max)\} + \Delta$  ( $\Delta$ : 定数)

$f_2(x) = x - b \times \cos\{(\pi/2) \cdot (x/min)\} - \Delta$  ( $\Delta$ : 定数)

【0036】図 5 は、このような関数  $f_1$ 、 $f_2$  を用いたときに出力される振幅値の時間的変化を示すグラフである。しきい値  $max$  と  $min$  との間で増減を繰返すサイン波が出力されている。

【0037】ここで、 $\Delta$  は出力波形に三角波の成分を混

合させるための定数であり、 $\Delta$  が小さく  $b$  が大きい場合、出力は正弦波に近くなり、逆に  $\Delta$  が大きく  $b$  が小さい場合は三角波に近い出力波形が出力される。

【0038】なお、上記実施例では、2 つの関数発生器を切換えて発振させる例を説明したが、さらに多くの数の関数発生器を用いてもよい。多くの関数発生器を切換えることにより、より複雑な波形信号を発生することができる。また、用いる関数も上記実施例に限らず、任意の関数としてよい。

【0039】特に、本実施例では、振幅値の増加時、減少時のカーブが同じになる様に関数  $f_1$  と  $f_2$  を選んでいるが、増加時と減少時のカーブが異なる様に関数  $f_1$  と  $f_2$  を選んでもよい。

【0040】例えば、図 2 の例では、

$f_1(x_n) = a_1 x_n + b_1$

$f_2(x_n) = a_2 x_n - b_2$

$a_1 \neq a_2$  または  $b_1 \neq b_2$  の様にしてもよい

【0041】また、判定部 4 の出力にはいつているディレイ 5 は省略されてもよい。ディレイ 5 がある場合は、出力波形の最小振幅が  $(max - min)$  の値になり、ディレイ 5 を省略した場合は、出力波形の最大振幅が  $(max - min)$  の値になる。

【0042】

【発明の効果】以上説明したように、この発明によれば、カオス音源の循環路内を循環するデータ値に基づいて関数演算手段で適用する関数を決定するようにしているので、時間の経過とともに増減を繰返すような波形信号など、より複雑な形状の波形信号を発生することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明の実施例に係る楽音信号発生装置のブロック構成図

【図 2】 $x_{n+1} = f_1(x_n)$  および  $x_{n+1} = f_2(x_n)$  の軌跡を示す図

【図 3】図 2 の場合の振幅値の時間的変化を示す図

【図 4】他の関数  $f_1$ 、 $f_2$  および補助線を示す図

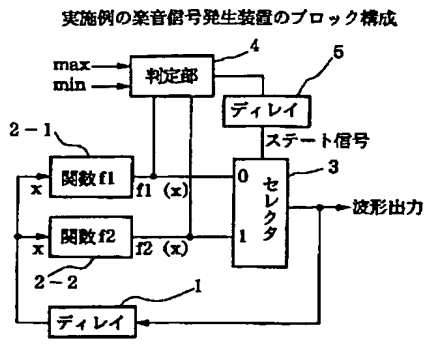
【図 5】図 4 の場合の振幅値の時間的変化を示す図

【図 6】従来のカオス発振器のブロック構成図

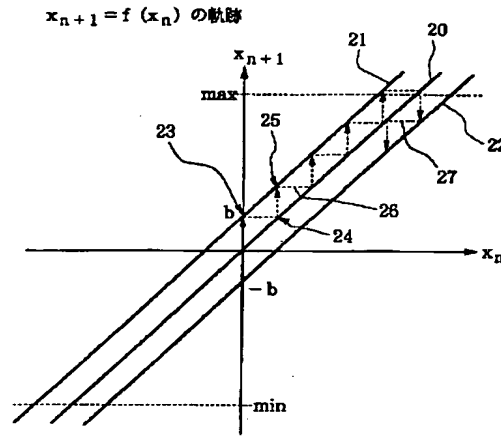
【符号の説明】

1…ディレイ回路、2-1…第 1 の関数発生器、2-2…第 2 の関数発生器、3…セレクタ、4…判定部、5…ディレイ回路。

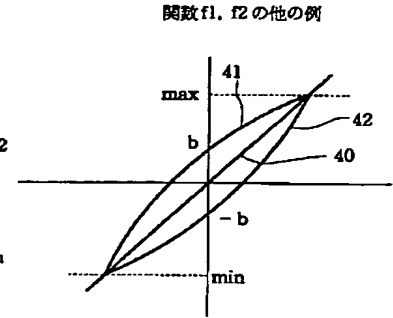
【図 1】



【図 2】

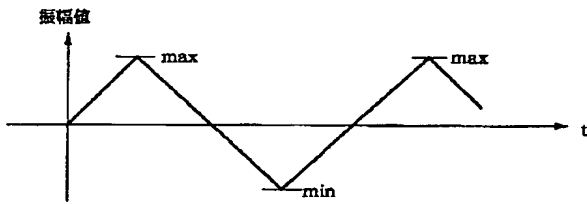


【図 4】



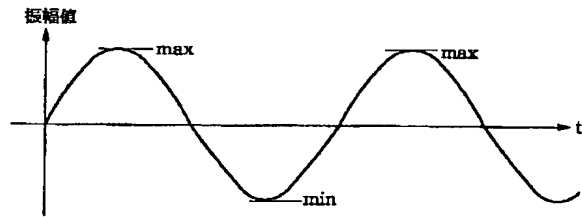
【図 3】

振幅値の時間的変化



【図 5】

振幅値の時間的変化



【図 6】

